

대한민국 특허청  
KOREAN INDUSTRIAL  
PROPERTY OFFICE

1c526 U.S. PTO  
09/350313  
07/09/99

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원번호 : 1998년 특허출원 제44230호  
Application Number

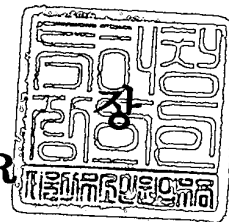
출원년월일 : 1998년 10월 21일  
Date of Application

출원인 : 장 진  
Applicant(s)

1999 년 6 월 17일

특 허 청

COMMISSIONER



[별지 제 10호 서식]

44230

방 식 심 사 관	담당	심사관
박 영 원	98.10.23	98.10.23

【서류명】 특허 출원서

【수신처】 특허청장 귀하

【원서번호】 2

【제출일자】 1998. 10. 22 二字 정정

【국제특허분류】

【발명의 국문명칭】 플라즈마를 이용한 비정질 막의 결정화 장비

【발명의 영문명칭】

【출원인】

【국문성명】 장 진

【영문성명】 Jang, Jin

【주민등록번호(출원인코드)】 541128-1634627

【출원인구분】 국내자연인 (경희대 교수)

【우편번호】 130-701

【주소】 서울특별시 동대문구 회기동 산 1번지 경희대학교 물리학과

【국적】 Korea

【대리인】

【성명】

【대리인코드】

【전화번호】

【우편번호】

【주소】

【발명자】

【국문성명】 장 진

【영문성명】 Jang, Jin

【주민등록번호】 541128-1634627



【우편번호】 130-701

【주소】 서울특별시 동대문구 회기동 산 1번지 경희대학교 물리학과

【국적】 Korea

【발명자】

【국문성명】 손 우 성

【영문성명】 Shon, Woo Sung

【주민등록번호】 750107-1011617

【우편번호】 130-701

【주소】 서울특별시 동대문구 회기동 산 1번지 경희대학교 물리학과

【국적】 Korea

【발명자】

【국문성명】 박 성 진

【영문성명】 Park, Seong Jin

【주민등록번호】 710219-1069315

【우편번호】 130-701

【주소】 서울특별시 동대문구 회기동 산 1번지 경희대학교 물리학과

【국적】 Korea

【우선권주장】

【출원국명】

【출원종류】

【출원번호】

【출원일자】

【증명서류】

【취지】 특허법 제 42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다.

출원인

장 진



【심사청구】 특허법 제 60조 · 실용신안법 제 15조의 규정에 의하여 위와 같이 출원심사를  
청구합니다.

청구인(대리인)

장 진 (인)

【조기공개】 특허법 제 64조 · 실용신안법 제 15조의 규정에 의하여 위와 같이 출원공개를  
신청합니다.

신청인(대리인)

(인)

【수수료】

【기본출원료】	12 면	39,000 원	
【가산출원료】	면		원
【우선권주장료】	건		원
【심사청구료】	항		원
【합계】		39,000 원	(감면후금액: 27,300원)

【첨부서류】 1. 요약서, 명세서( 및 도면) 각 1통

2. 출원서 부분, 요약서, 명세서( 및 도면)을 포함하는 FD부분 1통

3. 위임장( 및 동 번역문)

4. 수수료 감면 신청서 1통

## 요 약 서

새로운 저온 결정화 방법으로 금속유도 결정화법이 있다. 즉 특정한 종류의 금속을 비정질 실리콘에 접촉시켜 낮은 온도에서 결정화를 유도할 수 있다. 금속유도 결정화는 금속과 실리콘 계면사이에 형성된 실리사이드에 의하여 결정화가 촉진되어 결정화 온도를 낮춘다. 본 발명은 비정질 실리콘 박막 위에 플라즈마를 이용해 금속을 증착하여 다결정 실리콘을 제조하는 장비에 관한 것이다. 금속 유도 결정화는 저온 결정화라는 장점에도 불구하고, 결정화시간은  $\sim 500^{\circ}\text{C}$ 에서 20시간 정도로 긴 시간이 요구되고, 결정화된 실리콘 박막내의 금속에 의한 오염으로 실리콘 박막 본래의 특성이 변화된다. 특히 실리콘 박막내의 금속오염을 피하기 위하여 플라즈마 세기 및 노출 시간을 조절하여 결정화된 박막내의 금속오염을 최소화시킬 수 있다. 상기 방법으로 제작된 다결정 실리콘 박막은 박막트랜지스터, 태양전지 등에 응용될 수 있다.

# 명 세 서

## 1. 발명의 명칭

플라즈마를 이용한 비정질 막의 결정화 장비

## 2. 도면의 간단한 설명

제 1도는 본 발명에 의한 플라즈마 어닐링 장비의 블록그림.

제 2 도는 본 발명에 의한 플라즈마를 이용한 (a) 비정질 실리콘/절연막/기판, (b) 비정질 실리콘/플라즈마 노출/비정질 실리콘/절연막/기판, (c) 절연막/비정질 실리콘/절연막/기판 구조의 단면도.

제 3 도는 본 발명의 실시 예에 따라서 제작된 다결정 실리콘/절연막/유리기판의 단면도.

제 4 도는 본 발명의 실시 예에 의해 500℃에서 결정화된 다결정 실리콘 박막의 플라즈마 노출 시간에 따른 라만 스펙트럼.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 명칭

- |              |                |
|--------------|----------------|
| 11 : 금속 반응함  | 12 : 유전체창(석영창) |
| 13 : 기판 고정대  | 14 : 히터        |
| 15 : 가스 입구   | 16 : RF 파워     |
| 17 : 니켈 전극   | 18 : 진공 빼기     |
| 21 : 유리      | 22 : 절연체       |
| 23 : 비정질 실리콘 | 24 : 플라즈마 노출   |
| 33 : 다결정 실리콘 |                |

### 3. 발명의 상세한 설명

#### [발명의 목적]

본 발명은 금속 유도 결정화를 위해 비정질 실리콘 위에 플라즈마를 이용하여 금속을 증착하고 비정질 실리콘을 결정화하는 장비에 관한 것이다. 본 발명의 목적은 플라즈마를 이용하여 비정질 실리콘의 결정화를 가속시키고 결정화 온도를 낮추는 데에 있다. 또한 플라즈마의 밀도 및 노출 시간을 조절하여 결정화된 실리콘 박막내의 금속 오염을 최소화하고, 대면적의 유리기판에 금속유도화된 다결정실리콘을 형성하는 데 있다.

#### [발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래 기술]

저온 다결정 실리콘은 형성온도가 낮아 제조단가가 낮고, 대면적화가 가능하며, 성능 면에서 고온 다결정 실리콘과 대등하다. 이러한 저온의 다결정 실리콘을 형성하는 방법으로는 고상 결정화방법(solid phase crystallization ; SPC), 레이저 결정화(laser crystallization)법 등이 있다. 레이저를 이용한 결정화 방법은 400 °C 이하의 저온결정화가 가능하고[Hiroiyaki Kuriyama, et. al, Jpn. J. Appl. Phys. 31, 4550 (1992)] 우수한 특성을 갖는 장점이 있으나, 결정화가 불균일하게 일어나고 고가의 장비와 낮은 생산성으로 인하여 대면적의 기판위에 다결정 실리콘을 제작하는 경우에 적합하지 않다. 또한 고상결정화 방법은 저가의 장비를 사용하여 균일한 결정질을 얻을 수 있으나, 높은 결정화온도와 장시간이라는 문제점으로 인하여 유리기판을 사용할 수 없고, 생산성이 낮다는 단점을 가지고 있다.

낮은 온도에서 비정질 실리콘을 결정화시키는 새로운 방법으로 금속유도 결정화법이 있다[M. S. Haque, et. al, J. Appl. Phys. 79, 7529(1996)]. 금속유도 결정화 방법은 특정한 종류의 금속을 비정질 실리콘에 접촉하게 하여 비정질 실리콘의 결정화 온도

를 낮추는 방법이다. 니켈에 의한 금속유도 결정화는 니켈 실리사이드의 마지막 상인  $\text{NiSi}_2$ 가 결정화 핵[C. Hayzelden, et. al, J. Appl. Phys. 73, 8279 (1993)]으로 작용하여 결정화를 촉진한다. 실제로  $\text{NiSi}_2$ 는 실리콘과 같은 구조를 갖으며, 격자상수는  $5.406\text{\AA}$ 으로 실리콘의  $5.430\text{\AA}$ 과 매우 비슷하여, 비정질 실리콘의 결정화 핵으로 작용하여  $\langle 111 \rangle$  방향으로 결정화를 촉진한다[C. Hayzelden, et. al, Appl. Phys. Lett. 60, 225 (1992)]. 비정질 실리콘의 금속 유도 결정화에 있어서 가장 문제가 되는 점은 결정화 후에 실리콘 박막내에 남아 있는 금속에 의한 오염이다. 일반적으로 스퍼터링에 의한 방법으로 금속을 증착하게 되는데 금속 오염이 반도체의 특성에 영향을 주지 않을 만큼 금속양을 줄이기가 힘들다. 금속 용액을 이용하여 흡착된 금속의 경우 어느정도 금속양을 줄이는 데는 성공적이지만 아직도 금속오염이란 문제를 완전히 해결하지는 못한다. 게다가 금속 용액을 이용한 흡착은 그 금속양의 조절이 힘들고 대면적화하기 힘들다. 이에 본 발명은  $\text{N}_2$ , He, Ar,  $\text{H}_2$  플라즈마를 이용해 금속오염을 줄일 수 있는 만큼의 매우 적은 금속양을 조절, 증착할 수 있고 그 증착 방법이 간단하므로 대면적화가 가능하다. 이는 플라즈마에 의해 금속원자들이 전극으로부터 비정질 실리콘 박막 위에 증착되어 금속유도 결정화가 일어나게 하는 것이다. [Tanemasa. Asano, et. al, Jpn. J. Appl. Phys. Vol 36, pp. 1415-1419 (1997)]. 이러한 금속유도 결정화 방법은 어닐링 시간, 어닐링 온도, 금속의 양에 영향을 받는다. 일반적으로 금속의 양이 증가함에 따라 결정화 온도는 낮아진다.

[발명이 이루고자 하는 기술적 과제]

금속 유도 결정화를 위해서는  $500\text{ }^\circ\text{C}$  이상에서 20 시간 이상의 열처리 시간이 필요하다. 여전히 양산에 적용하기에는 결정화 온도가 높고, 열처리 시간이 길다. 또한 금속의 양이 많아짐에 따라 금속유도 결정화 효과는 증가하지만 이에 따른 금속오염 문제도 점점 커지게 되어 결정화된 실리콘 박막내의 금속에 의한 오염으로 실리콘 박막



본래의 특성이 변화한다. 따라서 결정화를 위한 열처리 시간과 온도를 낮추고, 금속유도 결정화된 실리콘 박막내의 금속오염을 줄이는 것이 매우 중요하다. 본 발명을 통해 비정질 실리콘 박막을 플라즈마 CVD 방법으로 증착한 후, 플라즈마에 의해서 금속을 미량 증착하고 결정화하는 과정이 연속으로 한 챔버내에서 가능하다.

#### [발명의 구성 및 작용]

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는 플라즈마를 이용하여 매우 적은 양의 금속을 비정질 실리콘 위에 증착하여 결정화하였다. 먼저, 석영이나 유리 또는 산화막 등의 절연기판상에 비정질 실리콘 반도체 층을 형성하고, 상기 반도체 층위에 RF 또는 DC 플라즈마를 노출시킨 후, 비정질 실리콘 박막을 결정화한다.

질소( $N_2$ ), 헬륨(He), 수소( $H_2$ ) 또는 아르곤(Ar) 가스 플라즈마를 비정질 실리콘 반도체 층에 노출시킨 후 열처리하거나, RF 또는 DC 플라즈마에 노출시키며 열처리하여 결정화한 다결정 실리콘 반도체 층을 형성한다. 이때 RF 또는 DC 플라즈마 세기 및 노출시간, 그리고 증착 압력을 조절하여 박막내의 금속양을 조절한다. 플라즈마에 의해 특정 금속만이 비정질 실리콘 층 위에 증착되기 위하여, 챔버내부에 금속봉 또는 금속판으로 제작된 전극을 통해 플라즈마를 생성시킨다. 이때 금속물질로는 Ni, Mo, Pd, Co, Ti, Cu, Fe, Cr 등의 실리사이드를 형성하는 전이금속을 사용한다.

#### [실시예]

제 1도는 본 발명에 의한 플라즈마 어닐링 장비의 블록그림이다. 절연막 위에 비정질 실리콘을 플라즈마 화학 기상 증착법에 의해 증착한 후, 질소( $N_2$ ), 헬륨(He), 수소( $H_2$ ) 또는 아르곤(Ar) 가스를 이용하여 챔버 내부의 전극에 RF 플라즈마를 형성한다. 이때 전극물질로 쓰이는 금속이 비정질 실리콘 위에 증착된다. 플라즈마 노출 후 또는 노출 중에  $300^{\circ}C \sim 1000^{\circ}C$ 에서 어닐링하여 결정화시킨다.

제 2도는 본 발명에 의한 플라즈마를 이용한 비정질 실리콘과 플라즈마 노출 층의 단면도이다. 비정질 실리콘과 플라즈마 노출 순서에 따라 (a) 플라즈마 노출/비정질 실리콘, (b) 비정질 실리콘/플라즈마 노출/비정질 실리콘, (c) 플라즈마 노출/절연막/비정질 실리콘 각각을 유리기관위 절연막에 증착하였다. 이 때 절연막의 패턴에 따라 플라즈마를 노출시켜 부분적인 결정화가 가능하다.

제 3도는 본 발명의 실시 예에 따라 제작한 다결정 실리콘/유리기관의 단면도이다. 제 2도 (a), (b), (c)구조에서 각각의 비정질 실리콘은 플라즈마에 의하여 다결정화된다.

제 4도는 본 발명의 실시 예에 따라 500 °C에서 플라즈마 노출 시간에 따라 20분 열처리하여 결정화한 플라즈마 노출 시간에 따른 라만세기의 변화를 나타낸다. 이때 플라즈마는 RF 플라즈마를 사용하였으며, 플라즈마 전력은 20 W, 증착 압력은 150mTorr, 가스는 질소를 사용하였다. 플라즈마를 가하지 않은 경우 결정질 실리콘에 의한 피크가 나타나고 있지 않으며, 플라즈마 노출시간이 증가함에 따라 결정질에 의한 라만피크의 세기가 증가하였다. 결정질에 의한 라만피크는  $\sim 520 \text{ cm}^{-1}$  부근의 TO(transverse optical) 포논 모드(phonon mode)에 의한 날카로운 피크와  $\sim 510 \text{ cm}^{-1}$  부근의 미세 결정입자에 의한 넓은 피크가 나타나고 있다.

#### [발명의 효과]

본 발명의 결과 플라즈마 노출 시간에 따라 박막내의 금속양을 조절하여 결정화된 박막내의 금속오염을 현저하게 줄일 수 있다. 또한 플라즈마에 의해서 결정화 시간을 50분 이내로 줄일 수 있었다.

본 발명의 결과는 액정표시장치(Liquid Crystal Display)의 구동소자인 박막트랜지스터의 제작에 응용될 수 있다. 또한 SRAM, 태양전지 등의 전자소자 제작에 응용될 수 있다.

#### 4. 특허 청구의 범위

[청구항 1] 기판위에 형성된 비정질 막을 결정화시키기 위하여, 비정질 막에 플라즈마를 노출시킬 수 있고, 비정질 막을 어닐링하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

[청구항 2] 비정질 막에 플라즈마를 노출시키는 단계와 비정질 막을 어닐링하는 단계가 동시에 이루어지는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

[청구항 3] 비정질 막을 플라즈마 CVD 방법으로 증착하는 단계와 그 표면 위에 비정질 막이 증착되지 않은 금속 전극을 이용한 플라즈마를 노출시킬 수 있는 단계를 포함하는 플라즈마 CVD 장비.

[청구항 4] 제 1항, 제 2항 내지 제 3항에 있어서,  
비정질 막위에 부분적으로 플라즈마에 노출시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비

[청구항 5] 제 1항, 제 2항, 제 3항 내지 제 4항에 있어서,  
RF 또는 DC 플라즈마를 비정질 막에 노출시키는 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

[청구항 6] 제 1항, 제 2항, 제 3항 내지 제 4항에 있어서,  
마이크로 플라즈마를 노출시키는 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

[청구항 7] 제 1항, 제 2항, 제 3항, 제 4항, 제 5항 내지 제 6항에 있어서,  
전이금속 전극을 이용하여 플라즈마를 형성하는 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

[청구항 8] 제 1항, 제 2항, 제 3항, 제 4항, 제 5항, 제 6항 내지 제 7항에 있어서,

플라즈마 노출 후, 어닐링 온도가 300~1,000 °C에서 비정질 막을 결정화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 결정화 장비.

[청구항 9] 제 1항, 제 2항, 제 3항, 제 4항, 제 5항 내지 제 6항에 있어서,

플라즈마를 형성하기 위하여 전극이 니켈인 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

[청구항 10] 제 1항, 제 2항, 제 3항, 제 4항, 제 5항 내지 제 6항에 있어서,

플라즈마를 형성하기 위하여 전극이 니켈합금인 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

[청구항 11] 제 1항, 제 2항, 제 3항, 제 4항, 제 5항 내지 제 6항에 있어서,

플라즈마를 형성하기 위하여 전극이 코발트인 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

[청구항 12] 제 1항, 제 2항 내지 제 3항에 있어서,

플라즈마에 노출된 시간이 0.1초부터 1,000초인 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

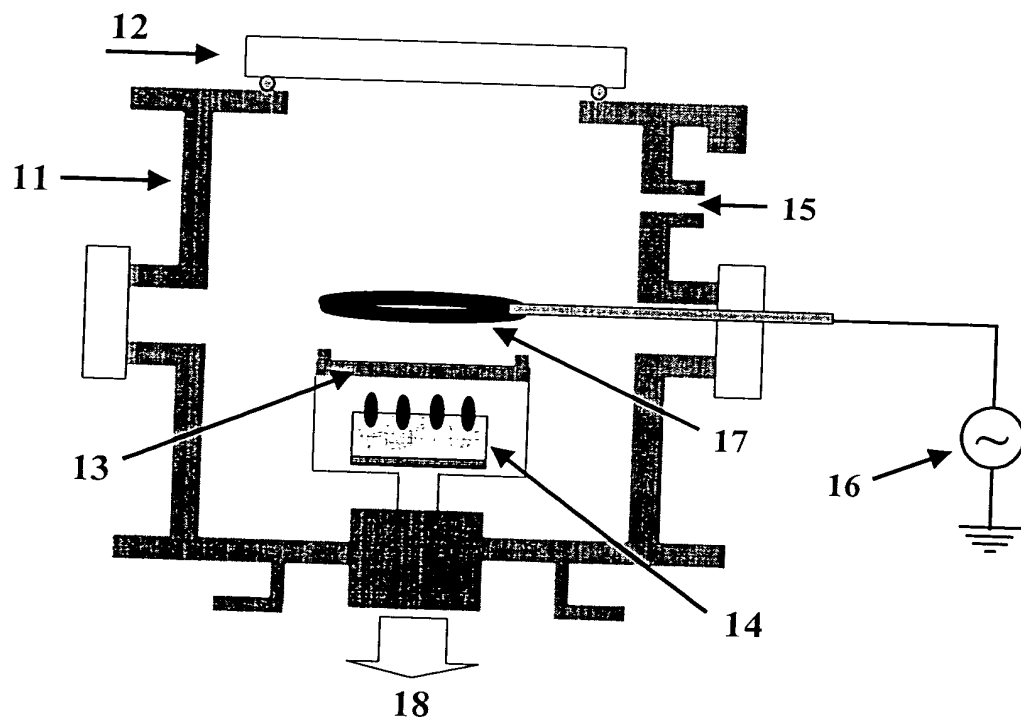
[청구항 13] 제 1항, 제 2항 내지 제 3항에 있어서,

플라즈마를 형성하기 위한 가스압력이 0.5mTorr로부터 100 Torr 사이인 것을 특징으로 하는 비정질 막을 결정화시키는 장비.

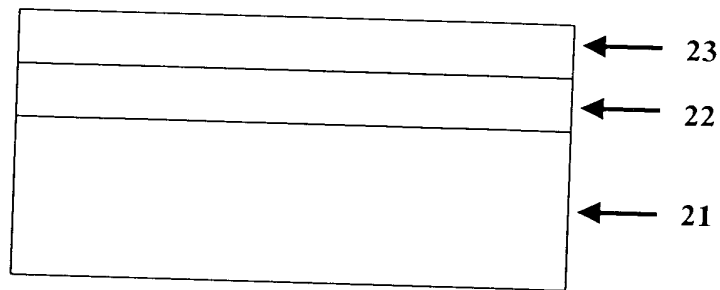
[청구항 14] 제 1항, 제 2항, 제 3항 내지 제 4항에 있어서,

비정질 막 위에 균일한 두께의 금속막이 형성되도록 플라즈마 전극을 메시(mesh) 형태로 제작하는 것을 특징으로 하는 결정화 장비.

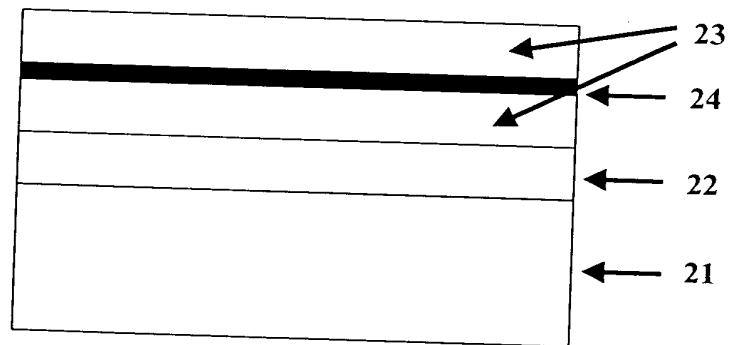
제 1 도



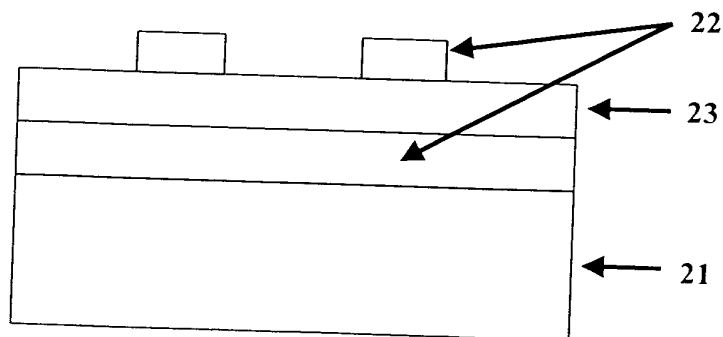
## 제 2 도



(a)

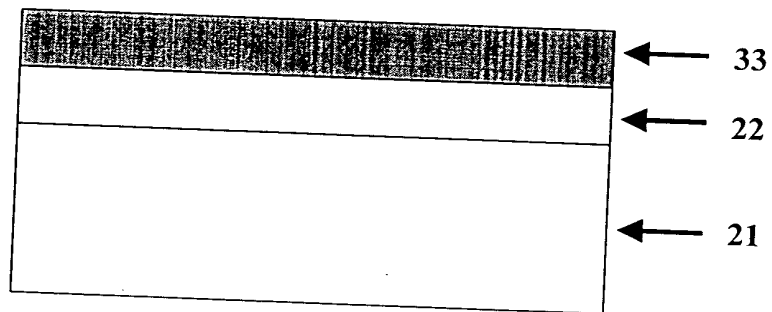


(b)



(c)

제 3 도



# 제 4 도

